

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-248356

(43)Date of publication of application : 24.09.1993

(51)Int.Cl.

F04B 43/04

(21)Application number : 04-049893

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 06.03.1992

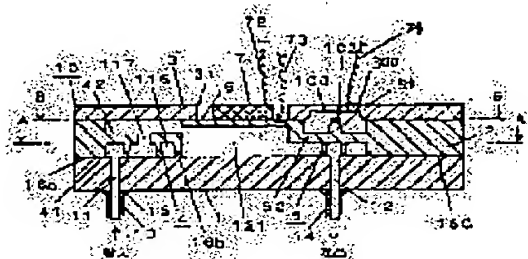
(72)Inventor : AMANO KAZUHIKO

(54) DETECTION DEVICE FOR USE IN MICROPUMP

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a detection device for performing control of micro flow using a micropump.

CONSTITUTION: A detection device 100 has an electric circuit switching mechanism formed by forming a conductivity-enhanced protrusion 53 on a partition wall 52 comprising an outlet valve 5 provided in a thin film plate 2, and joining the back electrode plate 300 of an opposite surface plate 3 to the protrusion 53. The behavior of the outlet valve 5 appears as the elastic deformation of the partition wall 52 and the conductivity-enhanced protrusion 53 makes contact with the back electrode plate 300 of the surface plate 3, so the behavior of the outlet valve 5 is detected indirectly through the detection of the vibrational waveform of the protrusion as an electric signal applied between the protrusion 53 and the back electrode plate 300 of the surface plate 3. Since in a micropump 10 the vibrational waveform of the outlet valve portion 5 is stably detected using the electric circuit switching mechanism, whether or not the action of the pump is normal can precisely be determined according to the vibrational waveform.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-248356

(43)公開日 平成5年(1993)9月24日

(51)Int.Cl.⁵

F 0 4 B 43/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 2125-3H

審査請求 未請求 請求項の数5(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-49893

(22)出願日 平成4年(1992)3月6日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 天野 和彦

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

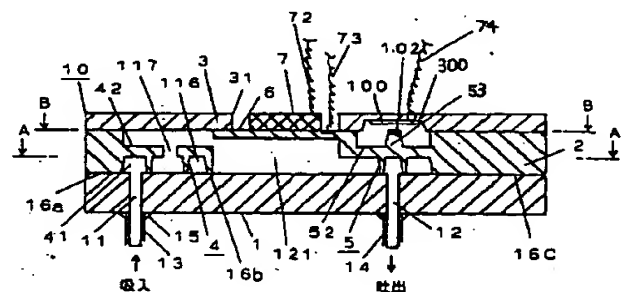
(54)【発明の名称】 マイクロポンプにおける検出装置

(57)【要約】

【目的】 マイクロポンプにより微少の流量制御を行う為の検出装置を提供する。

【構成】 検出装置100は薄膜板2に出口バルブ5を設けた隔壁板52の上に導電性を高めた突起53を形成し、突起53と対向する表面板3の裏面電極板300を接合することにより形成された電気回路開閉機構101を有している。出口バルブ5の挙動は隔壁52の弾性変位として現れ、導電性を高めた突起53が表面板3の裏面電極板300と接するので、その振動波形を突起53と表面板3の裏面電極板300の間に印加した電気信号の振幅の変化として検出し間接的に出口バルブ5の挙動を検知する。

【効果】 マイクロポンプに於て、出口バルブ部の振動波形を電気回路開閉機構を用いて安定に、検出するように構成したので、その振動波形からポンプの動作が正常か否かを的確に判断できる。



- | | |
|-----------|---------------|
| 1: 基板 | 10: マイクロポンプ |
| 2: 隔壁板 | 11: 入口ポート |
| 3: 表面板 | 12: 出口ポート |
| 4: 入口バルブ | 41, 51: 弁体 |
| 5: 出口バルブ | 42, 52: 隔壁 |
| 6: ダイアフラム | 121: ポンプ室 |
| 7: 圧電素子 | 100: 検出領域 |
| | 53: 突起 |
| | 101: 電気回路開閉機構 |
| | 102: 高導電体 |
| | 300: 裏面電極板 |

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、該基板上に接合された薄基板と、該薄基板に形成されたダイヤフラム部及び少なくとも2箇所のバルブ部と、前記ダイヤフラム部の駆動手段とを備え、前記基板の入口ポートから流体を吸入し、前記基板の出口ポートに吐出するように微量の流量制御を行うマイクロポンプにおいて、前記バルブ部が出口バルブを設けた隔壁の挙動を、不純物拡散により導電性を高めた前記隔壁上の突起と、該突起と対向する表面板の裏面に接合した電極板により形成された電気回路開閉機構であることを特徴とするマイクロポンプにおける検出装置。

【請求項2】 前記出口バルブ部の検出手段が前記隔壁上の突起に到る電極板と、該突起と対向する前記表面板の裏面に接合した電極板により形成された前記電気回路開閉機構であることを特徴とする請求項1記載のマイクロポンプにおける検出装置。

【請求項3】 請求項1および請求項2記載の検出手段において、前記電気回路開閉機構に設ける接点間の空隙を前記表面板の裏面あるいは、前記突起をエッチングすることによって設けることを特徴とする請求項1記載のマイクロポンプにおける検出装置。

【請求項4】 請求項1および請求項2記載の検出手段において、前記電気回路開閉機構の少なくとも一方の電極に高融点・高硬度の高電圧高電流用接点材料を設けることを特徴とするマイクロポンプにおける検出装置。

【請求項5】 請求項1および請求項2記載の検出手段が、波形の立ち上がりから、立ち下がりまでの時間幅と、あらかじめROMに設定した時間幅テーブルとを比較、および駆動期間における時間幅の平均と現在の時間幅との変動率によって、正常か否かを判定する検出回路を持っていることを特徴とするマイクロポンプにおける検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マイクロマシーニング技術を応用したマイクロポンプに関し、さらに詳しくは、2バルブもしくは3バルブタイプのマイクロポンプにおいてバルブ部の状態を検出する検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】Siマイクロマシーニング技術を応用したマイクロポンプについては、例えば日経エレクトロニクスNo. 480, 第135頁-第139頁(1989年8月21日)掲載されている。マイクロポンプの構成としては、2バルブ(入口・出口バルブの2つ)のものと、3バルブ(入口・出口バルブのほかに中間バルブの計3つ)のものがあり、それぞれ一長一短がある。ここではそれぞれの長所、短所については特に触れない。

【0003】いま、2バルブの物について説明すれば第16図のように構成されている。

【0004】ガラス基板200の上にSi薄膜板201により2つのバルブ202, 203とその中間にダイヤフラム204を形成して接合し、さらにそのSi薄膜板201上にガラス板205を接合し、ダイヤフラム204を空気層206を介して発熱抵抗207で駆動する構成である。ガラス基板200にはバルブ202, 203にそれぞれ通じる入口ポート208及び出口ポート209が設けられ、空気層206の空気膨張によりダイヤフラム204が膨らむと、ポンプ室210の内圧の上昇により入口バルブ202を閉じるとともに出口バルブ203を開き、ポンプ室210内の圧力流体を出口ポート209へ吐出し、一方空気層206の収縮によりダイヤフラム204が元に戻ると、上記バルブ202, 203がそれぞれ反対に動作し、入力ポート208から流体を吸い込み、出口ポート209への吐出はバルブ203の開止により遮断するようになっている。

【0005】かかるマイクロポンプは微量の精密な流量制御が可能なので、医療用(糖尿病患者のインシュリン投薬等)や化学分析用への応用が可能であることを示唆している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】マイクロポンプによる微量の精密な流量制御の可能は、特にダイヤフラム部及びバルブ部の制御により達成される。したがって、かかる部分の動作状態を高精度に検出することが肝要になる。例えば、インシュリン投薬への利用を考慮した場合、出力ポートにおける背圧が所要の水頭(例えば400mmH₂O)以下では常に一定の流量を吐出することが必要であるが、こうした流量制御はダイヤフラム部と出口バルブ部の高精度のコントロールによって初めて可能になる。

【0007】本発明は、マイクロポンプにより微少の流量制御を行う上で欠くことのできないバルブ部の検出装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明にかかるマイクロポンプにおける検出装置は、2バルブもしくは3バルブのマイクロポンプにおいて、バルブ部の検出手段として、出口バルブを設けた隔壁を検出する手段を設ける。該検出手段は、前記隔壁上の突起と、該突起と対向する表面板の裏面に接合した電極板により形成された前記電気回路開閉機構あるいは、前記隔壁上の突起に到る電極板と、該突起と対向する表面板の裏面に接合した電極板により形成された前記電気回路開閉機構である。

【0009】次に、検出手段として、前記電気回路開閉機構における接点間の空隙を表面板の裏面あるいは、前記隔壁上の突起をエッチングすることによって設ける。

【0010】次に、検出手段として、前記電気回路開閉機構の少なくとも一方の電極に高融点・高硬度の高電圧

高電流用接点材料を設ける。

【0011】次に、検出手段として、前記電気回路開閉機構に通電する電圧が直流の低電圧となる分圧回路を設ける。

【0012】以上が電気回路開閉機構による検出手段である。

【0013】また、バルブ部用検出手段と、波形の立ち上がりから、立ち下がりまでの時間幅と、あらかじめROMに設定した時間幅テーブルと比較し正常か否かを判定する検出回路を設ける。

【0014】

【作用】本発明におけるマイクロポンプは、ダイヤフラム部駆動用の圧電素子によってダイヤフラムを周期的に振動させ一定の微少の流量を吐出するようになってい。したがって、出力バルブの振動波形を検出することにより動作が正常か否かを的確に判定することができる。検出装置としては、検出動作が安定で安価な電気回路開閉機構（スイッチ）を用いるのが良い。

【0015】また、検出結果の判定方法は、波形の立ち上がりから、立ち下がりまでの時間幅と、あらかじめROMに設定した時間幅テーブルとを比較し正常か否かを判定する。例えば10msから40msであれば正常、それ以外はなんらかの不具合が発生していると判断する。

【0016】

【実施例】図1は本発明におけるマイクロポンプの実施例を示す断面図で、2バルブの場合を示している。図2及び図3はそれぞれ図1のA-A線、B-B線における横断面図である。

【0017】まず、マイクロポンプの構成について説明する。

【0018】全体符号10で示すマイクロポンプは、基板1、薄膜板2、表面板3のサンドイッチ構造によるものである。基板1は、例えば厚さ1mm程度のガラス基板からなり、入力ポート11及び出力ポート12が設けられている。これらのポートにはそれぞれチューブ13、14を液漏れしないように接着剤15で接合し、チューブ13の基端は例えば薬液タンク（図示せず）に、チューブ14の先端は例えば注射針（図示せず）に連結される。

【0019】薄膜板2は、例えば厚さ0.3mm程度のSi₃N₄基盤からなり、エッチング法により入口バルブ4、出口バルブ5、及び両バルブの間にダイヤフラム6を形成し、さらに必要な流路（図2、図3参照）を設け、基盤1の上に陽極接合法で接合される。接合箇所は符号16a、16cで示される部位である。

【0020】図2、図3に見られるように、入口ポート11に連なる入力流路111が設けられ、入力流路111は通孔112を介して出口バルブ5の上方に設けた室113に通じ、さらに通孔114及び連絡流路115を介して入力バルブ4の室116に通じている。入力バル

ブ4は正方形の弁体41で構成されており、その中心に通孔117を設け、上方の室118に通じている。さらに室118は通孔119及び連絡流路120を介してダイヤフラム6下方のポンプ室121に通じ、圧力流体は出力流路122を経て出口バルブ5の室123に流れる。そして、出口バルブ5は出力ポート12の入口12aを覆うキャップ状の正方形の弁体51で形成されている。ダイヤフラム6の駆動手段として、ピエゾディスクの圧電素子7が薄膜板の電極板71を介してダイヤフラム6上に接着されている。

【0021】図中、72、73は圧電素子7に電圧を印加するためのリード線である。

【0022】薄膜板2の上には基板1と同様のガラス基板からなる表面板3が圧電素子7の挿入口31を設けて陽極接合法により接合され、上記のポンプ流路系を確立している。表面板3の厚さは約1mmである。

【0023】次に、検出室100の構成について説明する。この検出室100はマイクロポンプ10の出口バルブ部を設けた隔壁52の挙動を検出するようにマイクロポンプと一体に形成されている。

【0024】図1に示すように、検出装置100は薄膜板2に出口バルブ5を設けた隔壁板52の上に突起53を形成し、突起53と対向する表面板3の裏面電極板300により形成された電気回路開閉機構101を有している。出口バルブ5の挙動は隔壁52の弾性変位として現れ、突起53が表面板3の裏面電極板300と接するので、その振動波形を突起53と表面板3の裏面電極板300の間に印加した電気信号の振幅の変化として検出し間接的に出口バルブ5の挙動を検知できる。電気回路開閉機構101における突起53の接点部はB、P等の不純物の拡散により電気抵抗を下げた高導電体102である。

【0025】次に図4はバルブ部、特に出口バルブ5の検出装置100の実施例を示すものである。図4に示すように、隔壁板52の上に突起53を形成し、突起53に到る電極板54を設けた場合である。

【0026】図5は電気回路開閉機構101に設ける接点間の空隙を得るため、突起53と対向する表面板3の裏面をエッチングし、電極板300を接合した突起53の上部のみに電極板54を設けた場合である。

【0027】同様に、図6は薄膜板2に出口バルブ5を設けた隔壁板52の上の突起53の上部をエッチングし、電極板54を設けた場合である。

【0028】図7は電気回路開閉機構101の少なくとも一方の電極に高融点・高硬度の高電圧高電流用接点材料400を設けた場合である。電気回路開閉機構101に用いる接点材料としては、例えばPt-Ir, W, Ta, Ni, Pt, Pd, Mo, Ti, poly Si, WSi₂, MoSi₂, CP1, CP3を用いる。

【0029】Pt-Irの場合、下地にTaあるいはC

5

rを500オングストローム程度付け、2000オングストローム程度のPt-Ir(48:52)の密着性を確保している。

【0030】図8に駆動用圧電素子7の駆動回路及びこの回路に出口バルブ部検出装置100(電気回路開閉機構)の検出回路を付加した回路構成を、図12に図1の実施例の動作状態を示す。

【0031】図8において、701はリチウム電池等の電源、702は昇圧回路、703はCPU、704は低圧の信号を高圧の信号に変換するレベルシフタ、705は圧電素子7を駆動するドライバー、706はポンプの流量を表示する表示装置、707は流量の選択スイッチ、708は検出回路である。まず、スイッチ707で流量を選択し、CPU703からポンプ駆動信号が出力される。CPU703の信号は一般的に3~5Vの電圧で動作しており、また圧電素子7は100V等の高圧で動作される。そして、昇圧回路702で3Vの電圧を100Vに昇圧し、レベルシフタ704によってCPU703からの信号を100Vの信号に変換する。

【0032】このように圧電素子7に100Vの電圧を周期的に印加し、0.5Hz~数十Hzの振動を与える。ピエゾ効果によりダイヤフラム6が図9(a)のように下側へたわむと、ポンプ室121の圧力が上昇し、この圧力はそれぞれ流路120、122を通じて室118、123に同時に伝達されその内圧を上昇させる。室118の内圧の上昇により入口バルブ4を設けた隔壁42が下側へ押され、入口バルブ4の弁体41を基板1に押しつけるため、入口バルブ4は閉じることになる。同時に、室123の内圧の上昇によりその隔壁52を押し上げるため、出口バルブ5の弁体51が基板1より離れ、出口バルブ5が開き、出口ポート12へ定量の流体を吐出する。

【0033】印加電圧が0Vとなると、ダイヤフラム6が図9(b)のように初期状態に戻り、ポンプ室121が減圧するのでこれにより室123の隔壁52が下側へたわみ、出力バルブ5が閉じると同時に、室118の隔壁42が上側へたわみ、入口バルブ4が開くため通孔117を通じて入口ポート11に連通する室116から定量の液体を吸入する。

【0034】圧電素子7によりダイヤフラム6を振動させることにより、上記の吸入・吐出が連続的に行なわれ、かつ振動数を増加させれば脈流の少ないポンプが得られる。この場合において、出力バルブ5は出力ポート12の入力12aを覆うキャップ上の弁体51で形成されているため、出力ポート12の背圧による隔壁52の持ち上げ力(出口バルブ5の開放力)の作用方向はその隔壁52に対するポンプ室121の圧力の押し上げ方向と同じになり、背圧は出口バルブ5に対し常に開く方向に作用している。そのため、背圧が出口バルブ5の持つ弾性力及び隔壁52に及ぼす外力に基ずく押し付け力に

6

打ち勝つまでは、つまり所用のポンプ使用範囲ではほぼ一定の流量を吐出する事になる。

【0035】このマイクロポンプの流量性能は図10のように示され、差圧Pがある圧力、約400mmH₂Oまではほぼ一定の流量Qを吐出する。

【0036】また、検出装置100及び検出回路708の動作は次の通りである。

【0037】圧電素子7に駆動電圧が印加されると、それに同期してCPU703は決められたタイミングで検出用電気回路開閉機構101及び検出回路708によりその状態を読み込む。そして、不具合発生が検出された場合には、CPU703により駆動停止の信号を出したり、表示装置706に不具合の表示をさせたりする。検出回路708では、電気回路開閉機構101からの信号を増幅したり、あるいは整流して立ち上がりから、立ち下がりまでの時間幅を計測して比較を行ない(回路中のカウンタの働き)、CPU703にその信号を送る働きをする。

【0038】図11は検出用電気回路開閉機構101の出力波形の一例を示す波形図で、これは図12(a)に示すように、駆動用圧電素子7に100V、1Hzの電圧パルスを印加したときの出口バルブ上の検出用電気回路開閉機構101の出力(図12(b)参照)を増幅して示したものである。

【0039】図11において、Pはポンプが正常な場合、Qはポンプ内に空気が入っている場合、Rはポンプや注射針等に詰まりが生じている場合の各波形を示している。最小時間幅T_{min}及び最大時間幅T_{max}は検出回路708で不具合発生状態を判定するためにあらかじめ設定された基準電圧であり、検出用電気回路開閉機構101の出力パルス立ち上がりから、立ち下がりまでの時間幅TWと比較するため、あらかじめROMに設定されている。また、駆動期間における平均時間幅T_{Ave}は、駆動開始後より一定期間で平均値の算出を行ないRAMに記憶し、現在の時間幅Twの変動率Eを検出回路708及びCPU703によって算出し、あらかじめROMに設定した最大変動率E_{max}と比較し、不具合発生状態を判定する。例えば、T_{min}=10ms、T_{max}=40ms、E_{max}=60%(なお、T_{min}、T_{max}、E_{max}の取り方はテーブルのインデックスによって変更できる)

(T_{min}, T_{max}, E_{max}) = (10, 40, 60)

$E = (Tw - Tave) / Tave * 100 \quad [\%]$

T_{ave} = 25ms

P(正常な場合); TW = 30ms

T_{min} < TW < T_{max}, E = 2% < E_{max}

Q(空気が入っている場合); TW = 5ms

T_{min} > TW < T_{max}, E = 80% > E_{max}

R(詰まりの場合); TW = 45ms

T_{min} < TW > T_{max}, E = 80% > E_{max}

となるので、不具合発生時の状態を検知できる。

【0040】図13は不具合の状態と検出用電気回路開閉機構の出力波形の関係を概略的に示したものである。

【0041】(a) ポンプ内に空気が入っている場合空気を圧縮することのみに圧力が使われるので、出口バルブ部の検出波形はローのままか、あるいはハイの時間幅が短くなる。

【0042】(b) ポンプチューブ、針先の詰まりの場合

ダイヤフラム部の振動に応じ、出口バルブは急峻な立ち上がりで逆相に上下動するので、出口バルブ部の検出波形はハイのままか、あるいはハイの時間幅が長くなる。

【0043】(c) ポンプ内の漏れがある、あるいは入口バルブにゴミが詰まり開いたままの場合上記(a)と同じである。

【0044】(d) タンクに強い力が加わった場合圧力Pが加わった瞬間に(b)と同じになり、その圧力が解消するまで続く。

(e) 駆動用圧電素子・ダイヤフラムの亀裂、リード線の断線の場合上記(a)と同じである。

【0045】(f) 出口バルブが背圧により開いたまま、あるいはゴミが出口に詰まり開いたままの場合上記(b)と同じである。

【0046】以上のように不具合が発生すると、正常時との違いが波形に現われる。また、ポンプ内が圧縮性の空気から非圧縮性の液体に切り替わったときやその逆の状態の切り替え時期をも検出波形から検知できる。

【0047】なお、以上の実施例では2バルブのマイクロポンプについて説明したが、3バルブの物でも同様に適用できる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、下記のような効果が得られる。

【0049】(1) 2バルブもしくは3バルブのマイクロポンプに於て、出口バルブ部の振動波形を検出するように構成したので、その振動波形からポンプの動作が正常か否かを的確に判断できる。

【0050】(2) 検出装置に電気回路開閉機構(スイッチ)を用いることで、より安定かつ、安価な構成とすることができる。

【0051】(3) 検出用電気回路開閉機構に設ける接点間の空隙を表面板の裏面をエッチングすることによって安定かつ安価な構成とすることができる。

【0052】(4) 検出用電気回路開閉機構の少なくとも一方の電極に高融点・高硬度の高電圧高電流用接点材料を用いることで、より安定な動作を得られる。

【0053】(5) 検出回路を、波形の立ち上がりから、立ち下がりまでの時間幅と、あらかじめROMに設定した時間幅テーブルとを比較および、駆動期間における時間幅の平均と現在の時間幅との変動率によって、正

常か否かを判定するよう構成したので、精度の高い検出ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による出口バルブ部用検出装置を備えたマイクロポンプの一実施例を示す断面図である。

【図2】図1A-A線における横段平面図である。

【図3】図1B-B線における横段平面図である。

【図4】出口バルブ部用検出装置の構成例を示す断面図である。

【図5】出口バルブ部用検出装置の構成例を示す断面図である。

【図6】出口バルブ部用検出装置の構成例を示す断面図である。

【図7】出口バルブ部用検出装置の構成例を示す断面図である。

【図8】図1の実施例の回路構成例を示すブロック図である。

【図9】(a)、(b)は図1の実施例の動作図である。

【図10】図1の実施例のポンプ性能を表わす特性図である。

【図11】検出された出力波形の判断方法を示す説明図である。

【図12】(a)はダイヤフラム駆動用素子に印加すべき電圧パルス波形である。(b)はバルブ部検出用電気回路開閉機構の出力波形図である。

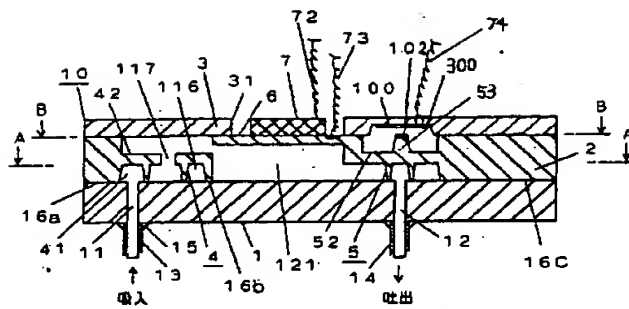
【図13】不具合の状態と検出場所の出力波形との関係を示す説明図である。

【図14】従来の2バルブタイプマイクロポンプの断面図である。

【符号の説明】

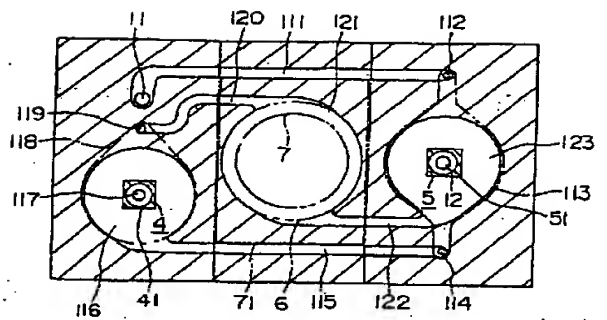
- 1・・・基板
- 2・・・薄膜板
- 3・・・表面板
- 4・・・入口バルブ
- 5・・・出口バルブ
- 6・・・ダイヤフラム
- 7・・・圧電素子
- 10・・・マイクロポンプ
- 11・・・入口ポート
- 12・・・出口ポート
- 52・・・隔壁板
- 53・・・突起
- 54・・・電極板
- 100・・・バルブ部検出装置
- 101・・・電気回路開閉機構
- 102・・・高導電体
- 300・・・裏面電極板
- 400・・・高電圧高電流用接点材料

【図1】

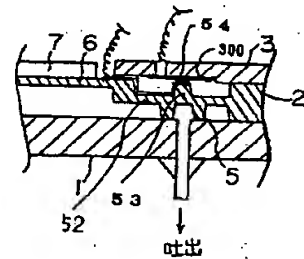


- | | |
|-----------|---------------|
| 1: 基 板 | 10: マイクロポンプ |
| 2: 隔膜板 | 11: 入口ポート |
| 3: 微細板 | 12: 出口ポート |
| 4: 入口バルブ | 41, 51: 弁体 |
| 5: 出口バルブ | 42, 52: 隔壁 |
| 6: ダイアフラム | 121: ポンプ室 |
| 7: 圧電素子 | 100: 吐出装置 |
| | 53: 突起 |
| | 101: 電気回路閉鎖機構 |
| | 102: 高導電体 |
| | 300: 高導電板 |

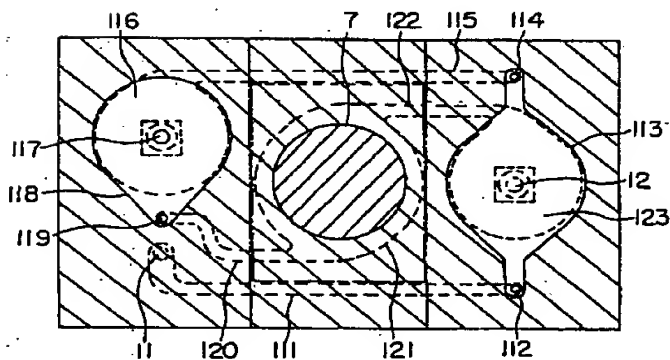
【図2】



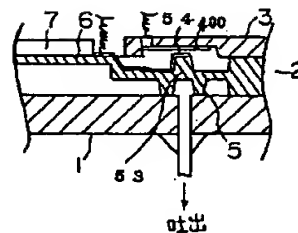
【図4】



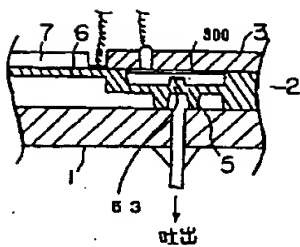
【図3】



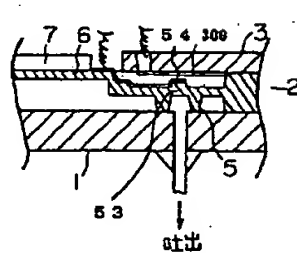
【図7】



【図5】



【図6】



The block diagram illustrates the control system for the electrical circuit opening/closing mechanism. It includes the following components and connections:

- 701**: A power source (battery) connected to the **昇圧回路** (Boost circuit) and the **CPU**.
- 702**: The **昇圧回路** (Boost circuit) which provides power to the **レベルシフタ** (Level shifter).
- 703**: The **CPU** (Central Processing Unit) which is connected to the **レベルシフタ**, **スイッチ** (Switch), **表示装置** (Display device), and **検出回路** (Detection circuit).
- 704**: The **レベルシフタ** (Level shifter) which receives signals from the **CPU** and the **昇圧回路**.
- 705**: The **ドライバー** (Driver) which receives signals from the **レベルシフタ** and controls the **電気回路開閉機構** (Electrical circuit opening/closing mechanism).
- 706**: A signal line connecting the **CPU** to the **検出回路**.
- 707**: The **スイッチ** (Switch) which is controlled by the **CPU**.
- 708**: The **検出回路** (Detection circuit) which provides feedback to the **CPU**.
- 709**: The **同期回路** (Synchronization circuit) which is connected to the **電気回路開閉機構** and the **分圧回路**.
- 710**: The **分圧回路** (Voltage divider circuit) which is connected to the **同期回路** and the **検出回路**.
- 711**: The **電気回路開閉機構** (Electrical circuit opening/closing mechanism) which is controlled by the **ドライバー** and the **同期回路**.
- 712**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **ドライバー**.
- 713**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 714**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 715**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 716**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 717**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 718**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 719**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 720**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 721**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 722**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 723**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 724**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 725**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 726**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 727**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 728**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 729**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 730**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 731**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 732**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 733**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 734**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 735**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 736**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 737**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 738**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 739**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 740**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 741**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 742**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 743**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 744**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 745**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 746**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 747**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 748**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 749**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.
- 750**: A component (likely a relay or switch) controlled by the **同期回路**.

The graph shows the relationship between flow rate Q (in $\mu\text{l/sec}$) and pressure P (in mmHg). The flow rate is constant for pressures up to 400 mmHg , and then decreases linearly to zero at a higher pressure.

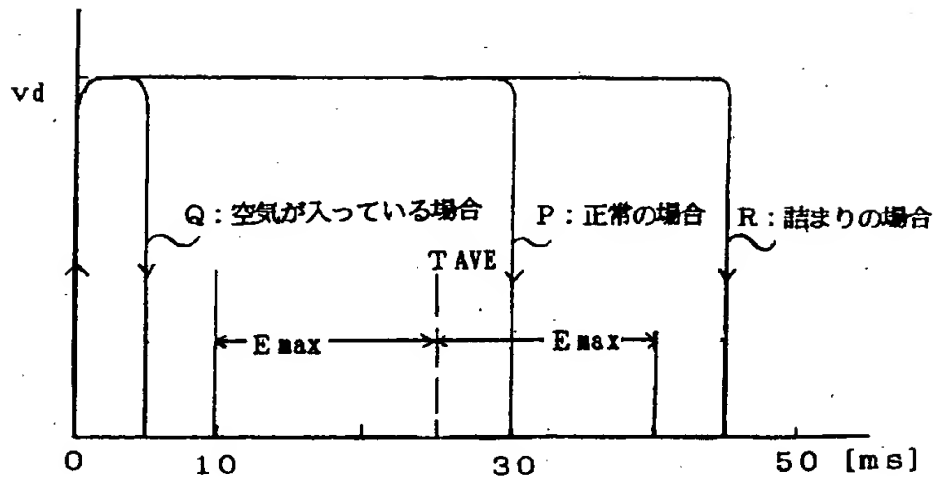
(b)

Figure 1 consists of two graphs, (a) and (b), showing voltage signals over time.

Graph (a) shows a square wave pulse. The vertical axis is labeled [V] and has a mark at 100. The horizontal axis is labeled [ms] and has a mark at 0. A horizontal arrow above the graph indicates a duration of 1 Hz. The pulse starts at 0, rises to 100 V, and remains constant for the duration of 1 Hz before returning to 0.

Graph (b) shows a narrow rectangular pulse. The vertical axis is labeled [V] and has a mark at 100. The horizontal axis is labeled [ms] and has a mark at 0. The pulse starts at 0, rises to 100 V, and remains constant for a short duration before returning to 0.

【図11】



【図13】

不具合の内容		検出波形
a	ポンプ内に空気が入っている場合	
b	ポンプ、チューブ針先の詰まりの場合	
c	ポンプ内での漏れ、入力バルブがゴミで開いた	aに同じ
d	タンクに強い圧力が加わった場合	
e	圧電素子、ダイヤフラムの割れ、リード線の切れ	aに同じ
f	出口バルブが背圧、ゴミにより開いたまま	aに同じ